

УДК 543.27.08

*Н. А. Томчук, к.т.н., ВНТУ**О. В. Березюк, к.т.н., доцент, ВНТУ**Е. Г. Крекотень, студент группы БМА–18ми, ФИРЭН, ВНТУ*

ГАЗОАНАЛИЗАТОР ШИРОКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

Одной из причин взрывов являются взрывоопасные газы, которые могут накапливаться по разным причинам [1]. Наиболее взрыво- и пожароопасные смеси с воздухом образуются при утечке газообразных и сжиженных веществ углеводородного ряда – метана, пропана, бутана, этилена, пропилена и т.п. [1]. На некоторых объектах, таких как полигоны, свалки твердых бытовых отходов [2], угольные шахты, специальные производственные предприятия, эти продукты могут появляться случайно и спонтанно, поэтому для обеспечения пожарной безопасности в подобных местах нужно обязательно осуществлять контроль концентрации взрывоопасных газов в воздухе вблизи объектов, где они могут образовываться и/или накапливаться.

Измерительные устройства, позволяющие определять качественный и количественный состав смесей газов, называют газоанализаторами. Сегодня они в широком ассортименте имеются в продаже, но их цена слишком высока, что не позволяет в полном объеме установить газоанализаторы во всех местах, где они необходимы. Для анализа воздуха на предмет взрывоопасных смесей газов в промышленных масштабах часто применяются магнитоэффузионные газоанализаторы, однако они требуют высокоточной стабилизации расхода анализируемой смеси и сравнительного газа, а также постоянной температуры и параметров электропитания [3]. Однако для большинства случаев не требуется, чтобы устройство осуществляло детальный анализ смеси газов, достаточно лишь уведомления о присутствии опасной концентрации любого из взрывоопасных веществ и соединений в воздухе. Исходя из этого, конструкцию газоанализатора можно значительно упростить, что уменьшит его стоимость. В результате можно получить простой сигнализатор опасного уровня газа.

Устройство широкого назначения для анализа окружающего воздуха и оповещения об опасности, в случае обнаружения взрывоопасных газов, можно реализовать на основе платы с микроконтроллером «Arduino» (Mega, Uno, Nano), представляющую собой аппаратную вычислительную платформу, и датчика наиболее распространенных взрывоопасных газов «MQ-9», являющийся недорогим (цена составляет около 2\$) и легкодоступным. Структурная схема базовой конструкции такого газоанализатора приведена на рис. 1.

Система управления содержит в своем составе все необходимые для настройки и контроля устройства элементы, такие как кнопки, выключатели, переключатели, потенциометры (также можно устанавливать энкодеры) и др.

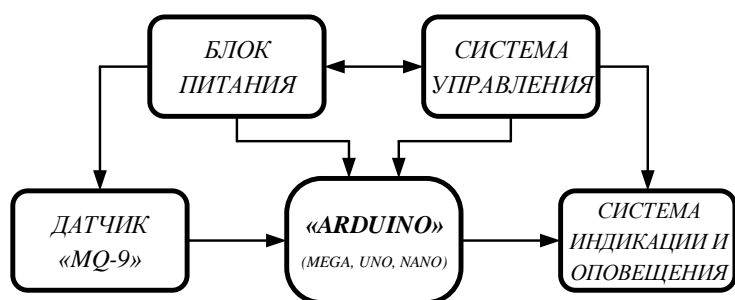


Рисунок 1 – Структурная схема газоанализатора с датчиком «MQ-9»

Система индикации и оповещения, в зависимости от нужд потребителя, может содержать в своем составе различные приспособления. Базовыми элементами служат: красный светодиод (для световой индикации повышенной концентрации опасных газов), зуммер или

другой источник звука (для звукового оповещения о содержании в воздухе опасной концентрации газов), дисплей любого типа (для точного отображения концентрации газов и осуществления пользовательских настроек устройства).

Чувствительным элементом этого газоанализатора является электронный сенсор химического типа производства Hanwei Electronics Group Corporation «MQ-9». Этот датчик чувствителен к угарному газу и взрывоопасным газам, таким как природный газ, бутан, пропан, метан, водород и пары спирта.

Сенсор «MQ-9» – это полупроводниковый электронный прибор, выполненный на основе пленочной металлооксидной технологии. Принцип работы сенсора основан на изменении сопротивления тонкопленочного слоя диоксида олова SnO_2 при контакте с молекулами анализируемых газов в воздухе. Используя это свойство, можно подавать известное напряжение на датчик, а затем считывать его измененные значения. Чувствительный элемент датчика состоит из керамической трубки, покрытой оксидом алюминия Al_2O_3 и нанесенного на нее чувствительного слоя диоксида олова. Внутри трубки установлен нагревательный элемент, повышающий температуру чувствительного слоя до значения, при котором он начинает реагировать на наличие газов (250 ± 10 °C) [4]. Чувствительность датчика к различным газам достигается варьированием состава примесей в его чувствительном слое. Недостатком этого сенсора является зависимость показателей от температуры и уровня влажности окружающей среды, а также невысокая чувствительность по сравнению с пьезоэлектрическими сенсорами, имеющими достаточно высокую стоимость, и с полупроводниковыми датчиками, имеющие в свою очередь очень ограниченный срок работы. Однако чувствительности «MQ-9» к горючим углеводородным газам в диапазоне от 100 до 10000 ppm, а для угарного газа от 10 до 1000 ppm вполне достаточно для бытовых задач.

«MQ-9» имеет аналоговый и цифровой выходы. Напряжение на аналоговом выходе будет изменяться пропорционально концентрации газов в окружающей среде. Чем больше значение выходного напряжения, тем выше количество взрывоопасного газа содержится в воздухе. В модуле датчика есть встроенный потенциометр, позволяющий настроить чувствительность в зависимости от того, насколько точно необходимо регистрировать уровень концентрации взрывоопасного газа в окружающем воздухе и какова концентрация газов считается предельно допустимой.

Датчик «MQ-9» имеет следующие технические характеристики [4]: напряжение нагревателя $5\text{ В} \pm 0,1\text{ В}$ (постоянного / переменного тока); рабочее напряжение $3...15\text{ В}$ (постоянного тока); время отклика менее 10 с ; мощность 340 мВт ; относительная чувствительность $\leq 0,6$; сопротивление нагревателя 33 Ом ; диапазон рабочих температур $-20...+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Нами был собран макет описанного газоанализатора, необходимые компоненты подобраны согласно рис. 1, в память микроконтроллера загружена соответствующая программа и подключен блок питания к источнику энергии. Система индикации состоит из красного светодиода и LCD дисплея BC-1602. Дополнительно на плату можно установить средство звуковой сигнализации.

Как показали испытания, для правильной работы сенсора нагревательный элемент необходимо попеременно питать напряжением $1,5\text{ В}$ (в течение 90 с) и от 5 В (60 с). Также можно обеспечить синусоидальное изменение напряжения с соответствующей амплитудой и площадью под графиком. В интервале питания от низкого напряжения достигается максимум чувствительности к угарному газу, а в интервале высокого напряжения происходит фиксирование углеводородных газов и испарения конденсата. Если же необходимо фиксировать только угарный газ, достаточно питать сенсор постоянным напряжением $1,5\text{ В}$.

Сенсор начинает выдавать корректные данные, после 20 секунд работы, поскольку это время необходимо для разогрева трубки датчика. Стоит отметить, что подобная задержка свойственна большинству сенсоров газа [5].

Таким образом, на основе платформы «Arduino» можно построить полноценный недорогой газоанализатор, который может использоваться в жилых, офисных помещениях и других зданиях общественного назначения. Этот недорогой прибор имеет достаточно простую конструкцию, технологичен в изготовлении и обеспечивает обнаружение взрывоопасных газов в окружающем воздухе при их концентрации от 100 ppm .

Список литературы

1. Березюк, О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
2. Березюк, О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Т. 5. – С. 48-51.
3. Аналітичні екологічні прилади та системи / під заг. ред. В. А. Порєва. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 336 с.
4. MQ-9 Semiconductor Sensor for CO and Combustible Gas [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. // Henan Hanwei Electronics. – Режим доступа : www.haoyuelectronics.com/Attachment/MQ-9/MQ9.pdf.
5. Крекотень, Є. Г. Реалізація мікроконтролерного газоаналізатора для реєстрації вибухонебезпечних газів [Электронный ресурс] / Є. Г. Крекотень, Д. Х. Штофель, С. В. Костішин // Матеріали XLVII наук.-технічн. конф. підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Режим доступа: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzip/all-frtzip-2018/paper/view/4888>.